Aus der Inneren Abteilung des Karl-Olga-Krankenhauses Stuttgart
Chefarzt: Prof. Dr. med. H. Dennig

Rektale und axillare Körpertemperaturen bei hoher Außentemperatur

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin, Chirurgie und Geburtshilfe einer Hohen Medizinischen Fakultät der Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen

vorgelegt
von

Waltraud Rall
aus Stuttgart

7812

1964

Aus der Inneren Abteilung des Karl-Olga-Krankenhauses Stuttgart
Chefarzt: Prof. Dr. med. H. Dennig

Rektale und axillare Körpertemperaturen bei hoher Außentemperatur

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin, Chirurgie und Geburtshilfe einer Hohen Medizinischen Fakultät der Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen

vorgelegt
von

Waltraud Rall
aus Stuttgart

1964

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Dekan: Prof. Dr. med. H. Harms
1. Berichterstatter: Prof. Dr. med. H. Dennig
2. Berichterstatter: Prof. Dr. med. L. Fischer

Meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung	2
Die normale Körpertemperatur	3
Chemische und physikalische Wärme-regulation	7
Äußere Beeinflussung der Temperatur	9
Einführung in die Versuche	13
Versuchsreihe 1 mit Tabelle	14
Versuchsreihe 2 mit Tabelle	16
Versuchsreihe 3 mit Tabelle	18
Vergleich der Versuche	20
Darstellung besonderer Fälle	22
Diskussion	28
Zusammenfassung	31

Die Aufgabe der vorliegenden Arbeit ist es, die Wirkung hoher Außentemperaturen auf die Körper-Temperatur des Menschen festzustellen. Bevor wir die dafür erforderlichen Versuche und ihre Ergebnisse besprechen, sollen zunächst einmal ganz allgemein die Temperaturverhältnisse im menschlichen Organismus besprochen werden.

Im Jahre 1626 erschien zum ersten Mal ein Artikel über die Anwendung des Fieberthermometers. Seitdem hat sich die Messung der Körpertemperatur zu einem unentbehrlichen diagnostischen Hilfsmittel in der medizinischen Praxis entwickelt. So einfach aber die Messung der Temperatur ist, so kompliziert sind die Temperaturverhältnisse im menschlichen Organismus.

Während die Poikilothermen, die wechselwarmen Lebewesen, ihre Körpertemperatur der Umgebungstemperatur anpassen, vermögen die Homoiothermen und mit ihnen der Mensch durch einen komplizierten Mechanismus die Körpertemperatur auf einer konstanten Höhe zu halten. Diese Temperaturregelung gehört zu den erstaunlichsten physiologischen Erscheinungen des menschlichen Organismus und ist eine wichtige Grundlage für das ungestörte Ablaufen der Lebensvorgange.

Die Konstanz der Körpertemperatur findet man in Verlauf und Höhe nicht nur beim einzelnen Individuum, sondern bei allen Menschen beiderlei Geschlechts und aller Rassen (G o r d o n o f f).

Man kann zwischen einem Körperkern und einer Körperschale und somit zwischen einer Korperkern- und einer Körperschalentemperatur unterscheiden. Als Kern bezeichnet man den homoiothermen Teil des Körpers, als Schale den übrigen Teil, der größeren oder kleineren Schwankungen der Außentemperatur unterworfen ist. Zum Körperkern gehören das Innere des Brust- und Bauchraumes, das Gehirn und ein Teil der Skelettmuskulatur.
Die mittlere Körperschalentemperatur, bzw. die Hauttemperatur des Körpers liegt bei normaler Bekleidung und bei Raumtemperaturen zwischen 15° und 20°C zwischen 32° und 35°C, ist aber durch Außenfaktoren gewissen Schwankungen ausgesetzt.

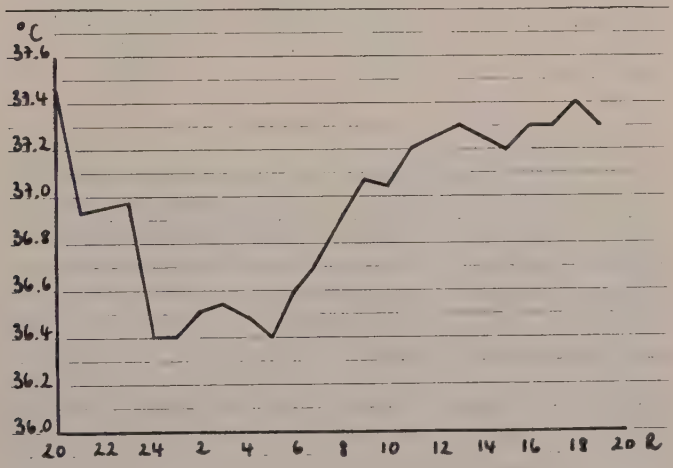
In der Praxis gibt es im allgemeinen drei Möglichkeiten, die Körpertemperatur zu messen:

1. die rektale)
2. die axillare) Messung.
3. die orale)

Die Rektaltemperatur wird als maßgebend für die Innentemperatur des Körpers angesehen. Sie ist für praktische Zwecke die beste Messungsart; sie muß jedoch bei völliger Ruhe des Patienten erfolgen, da Muskelarbeit der unteren Extremitäten wegen der gesteigerten Wärmebildung in den arbeitenden Muskeln die Temperatur erhöhen kann. Auch der vorherige Genuß von kalten oder warmen Getranken vor der Messung kann zu ungenauen Messergebnissen führen, da diese nicht nur die Temperatur im Abdomen, sondern auch im Becken im Sinne einer Temperaturer-

niedrigung oder -erhöhung beeinflussen konnen. Rektaltemperaturen sind also nur dann zuverlässig, wenn der Patient vor der Messung mindestens eine halbe Stunde gelegen hat. Eine Messung von drei bis fünf Minuten genügt.

Die normale durchschnittliche Tagestemperatur eines gesunden Menschen liegt - rektal gemessen - bei 37°C und ist einer normalen Tagesschwankung von ungefähr 0.6° - 1.2°C unterworfen.
Das Temperaturminimum fallt in die ersten Tagesstunden des Schlafes und beträgt durchschnittlich 36.3°-36.5°C, während das abendliche Temperaturmaximum bei einem gesunden Menschen bei 37.5°C oder etwas hoher liegt.



Rektaltemperatur eines 19-jähr. gesunden Mannes bei stündl. Ablesung. Nach Benedict und Snell.

Weitaus unzuverlässiger ist die Temperaturmessung in der Axilla, da es sich nach G o r d o n o f f nicht um eine gewöhnlich geschlossene Körperhöhle handelt. Die Axillartemperatur nähert sich erst dann der zentralen Blutwärme bis auf 0.5° - 1°C, wenn die Axilla mindestens 10 - 20 Minuten geschlossen gehalten wird. Bei gesunden Menschen findet man morgens Temperaturen zwischen 36.0° und 36.5°C, nachmittags liegen die Temperaturen bei 37°C.
Auch diese Werte sind, wie bei der rektalen Messung, von dem ruhigen Verhalten des Patienten eine halbe Stunde vor Beginn der Messung abhängig. (B r o c k maß nach Holzhacken mit der rechten Hand in der rechten Axilla eine Temperatur von 39°C).
Zwischen rektaler und axillarer Messung besteht eine Differenz, die normalerweise 0.2° bis 0.5°C beträgt, wobei die Werte der Axillartemperatur niedriger sind als die der Rektaltemperatur.

In den angloamerikanischen Ländern ist die orale Temperaturmessung zwischen Zunge und hinteren Teilen des Alveolarfortsatzes üblich. Bei genauer Ausführung liegen die Werte etwas höher als bei der axillaren Messung und etwas niedriger als bei der rektalen. Die Normalwerte liegen beim gesunden Menschen bei 37.2° und 37.3°C. Bei dieser Messung sollte nicht vor 15-20 Minuten abgelesen werden.

Die jeweilige Körpertemperatur ist abhängig

1. vom Verhältnis der Wärmebildung und Wärmeabgabe,
2. von Bewegung, besonders der unteren Extremitäten, und Verdauungsarbeit, die zu einer beträchtlichen Erhöhung der Körpertemperatur führen können.

Um die Konstanz der Körpertemperatur zu gewährleisten, müssen die beiden Vorgänge der Wärmebildung und Wärmeabgabe so aufeinander abgestimmt sein, daß sie sich die Waage halten. Diese Regulation der Körperwärme erfolgt im wesentlichen vom Zentralnervensystem aus und wird von hier aus gesteuert und kontrolliert. Sie wird in das Wärmezentrum im Hypothalamus gelegt. (I.F. F u l t o n : "the Hypothalamus is the primary centre of heat regulation.")

Ebenfalls muß der hormonellen Steuerung der Konstanterhaltung der Temperatur Rechnung getragen werden. H a s h i m o t o und J. B e a t t i e stellten nach Entfernung der Hypophyse ein Absinken der Körpertemperatur fest, ebenso hatte die Durchtrennung des Hypophysenstiels ein Absinken der Körpertemperatur zur Folge.

Auch die Schilddrüse ist an der Wärmeregulation maßgeblich beteiligt. M a n s f e l d und v o n B e r d e wiesen in der Schilddrüse ein "Kühlhormon" und ein "Heizhormon" nach, die je nach den Erfordernissen der Wärmeregulation von der Schilddrüse gebildet werden.

C a n n o n hat die Mitwirkung der Nebennieren besonders in den Vordergrund gerückt. V e r z á r erreichte nach Ausschaltung der Nebennieren ein Absinken der Temperatur.

Chemische und physikalische Wärmeregulation.

Die chemische Wärmeregulation beschränkt sich auf die Wärmebildung bei niedrigen Außentemperaturen und hat eine geringere Bedeutung als die physikalische Wärmeregulation.

Diese spielt sich vorwiegend an der Körperoberfläche der Haut ab. Die Wärmeabgabe kann durch Strahlung, Leitung und Konvektion erfolgen und wird in ihrer Größe im wesentlichen von dem Temperaturgefälle bestimmt, das zwischen der Umgebungstemperatur und dem strahlenden Körper besteht.

Unter normalen Umweltbedingungen erfolgt die wirksame Wärmeabgabe durch Strahlung von der Körperoberfläche aus. Bei hohen Temperaturen, wie sie z.B. in der Sauna herrschen, ist diese Art der Wärmeabgabe ausgeschaltet, weil die Temperatur der umgebenden strahlenden Flächen weit über der Hauttemperatur liegt. Bei der Wärmeleitung und Konvektion sind es reflektorische Tonusveränderungen der Gefäßmuskulatur, die zu Gefäßerweiterung der Haut und Hyperämie führen. Bei Kälte kommt es umgekehrt zur Kontraktion der Hautgefäße und damit zur Abgabe einer größeren Blutmenge in andere Gebiete des Körpers, z.B. in Muskeln und innere Organe.

Wenn die vasomotorische Regulation der Wärmeabgabe nicht mehr ausreicht, um eine Wärmestauung zu ver-

hindern, wird sie durch Absonderung von Schweiß verstärkt. Diese Perspiratio sensibilis tritt nach S c h i e r b e c k und W i l l e b r a n d bei 30° bis 33°C ein, d.h., wenn die Umgebungstemperatur eine bestimmte Höhe erreicht, bzw. überschreitet. Sie ist das wesentliche Mittel des Körpers, um eine Uberwärmung zu vermeiden. Diese Art der Wärmeabgabe ist nicht nur abhängig vom Temperaturgefälle zwischen der Körpertemperatur und der umgebenden Luft, sondern auch von der Luftfeuchtigkeit. Je größer dieses Temperaturgefälle und je geringer die Luftfeuchtigkeit der umgebenden Luft ist, desto größer kann die Schweißabgabe sein.
Die Perspiratio sensibilis kann dadurch begrenzt sein, daß

1. bei zu hoher Luftfeuchtigkeit die Schweißmenge nicht verdampfen kann oder

2. die Schweißabgabe durch Hautveränderungen, wie z.B. bei Ichthiosis nicht erfolgen kann.

Ist dieser Wärmeregulationsmechanismus in irgendeiner Weise gestört, dann kann es zu einem Anstieg der Körpertemperatur kommen. Aber nicht jede Erhöhung der Temperatur darf als Fieber bezeichnet werden. Man muß vielmehr zwischen einer Temperaturerhöhung endogener Ursache, dem eigentlichen Fieber und einer Erhöhung der Temperatur durch exogene Faktoren, der Hyperthermie unterscheiden.
"Unter Fieber verstehen wir einen mit Erhöhung der Körpertemperatur einhergehenden Vorgang, in welchem

der Wärmeregulationsmechanismus, meistens infolge der Einwirkung einer toxischen Schädigung, in besonderer Weise gestört ist." (I s e n s c h m i d).

Über die äußere Beeinflussung der Temperatur.

Hyperthermien können auf verschiedene Arten erzeugt werden. B u n - i c h i - H a s a m a stellte fest, daß die Einwirkung einer sauren Ringerlösung auf das Tuber cinerium bei Katzen eine Erhöhung der Temperatur zu Folge hatte. J. B e a t t i e gelang durch Einspritzung von sauren Lösungen und hypotonischen NaCl-Lösungen an der Basis des Zwischenhirns eine Steigerung der Körpertemperatur zu erzielen.

Ebenso können psychische Faktoren als Ursache einer Hyperthermie eine gewisse Rolle spielen. Diese sogenannten psychisch bedingten Hyperthermien kommen besonders bei vegetativ labilen Personen vor, und unscheinbare psychische Erlebnisse können eine nicht unbeträchtliche Hyperthermie erzeugen.

Über ein besonderes Beispiel einer psychogen bedingten Hyperthermie berichtet G l a n z m a n n . Es handelte sich dabei um ein 12-jähriges Mädchen. Das Kind hatte längere Zeit hindurch Fieber, manchmal bis zu 40°C! Klinisch konnte ein infektiöser Prozess oder eine andere Fieberursache ausgeschlossen werden. Vom Tag der Krankenhausaufnahme an erfolgte

keine Fiebersteigerung mehr. Nach der Entlassung traten dieselben Fieberreaktionen auf wie vorher, verschwanden aber sofort wieder, als das Kind erneut in die Klinik aufgenommen wurde. Die fieberauslösende Ursache war in diesem Fall die Schulangst infolge mangelnder Leistungen. Durch Nachhilfeunterricht konnte dem Kind die nötige Schulsicherheit zurückgegeben werden, und von diesem Augenblick an traten auch zu Hause keine Hyperthermien mehr auf.
Wir möchten aber offen lassen, ob es sich in diesem Fall nicht um eine durch das Kind vorgetäuschte Hyperthermie handelt.

Hyperthermien können außerdem auch durch Bewegung erzeugt werden. So berichtet L i e b e r m e i s t e r von einem Schnelläufer, dessen Rektaltemperatur nach einer Stunde 39.6°C betrug.
H. D e n n i g und H. G h e y b i berichten über Hyperthermien durch Bewegung und Aufregung. Dabei werden Rektal- und Axillartemperatur nicht in gleichem Maße beeinflusst, sondern sie sind von der die Hyperthermie auslösenden Ursache abhängig.
Dennig und Gheybi stellten bei Versuchen fest, daß körperliche Bewegung zu einer Erhöhung der Rektaltemperatur führt. So wurden bei mehreren Patienten nach einstündigem Spaziergang Rektaltemperaturen bis 38.2°C gemessen, während die Axillartemperatur sich nur wenig änderte.
Anders verhielt es sich bei den Aufregungstemperaturen. Hier wird nicht wie bei den Bewegungstemperaturen die Rektaltemperatur, sondern die Axillartemperatur beeinflußt, während die Rektaltemperatur im

wesentlichen unverändert bleibt. Fieberfreie Patienten wurden zwei Stunden vor der Besuchszeit und direkt danach gemessen. Bei mehreren Patienten konnte eine Erhöhung der Axillartemperatur festgestellt werden.
Als solche Emotionstemperaturen müssen auch die Temperatursteigerungen von Patienten bei ersten Konsultationen, bei Aufnahmen im Krankenhaus und vor Operationen gewertet werden.

Die aufgeführten Versuchsergebnisse über das Verhalten der Eigentemperatur bei der Einwirkung exogener Einflüsse zeigen deutlich, daß die Körpertemperatur ganz bestimmten äußeren Einflüssen unterliegt. Im Zusammenhang mit diesen Versuchen beschäftigte uns die Frage, ob sich

1. die Körpertemperatur bei hohen Außentemperaturen, wie sie z.B. bei uns an heißen Tagen herrschen, verändert, und

2. Rektal- und Axillartemperaturen unterscheiden.

Ganz am Rande sei auf die Tatsache hingewiesen, daß die intensive Einwirkung von Hitze beträchtliche gesundheitliche Schäden zur Folge haben kann.

So berichten in der Literatur C. S. Leithead, J. Guthrie, S. De La Place und B. Baegraith über den Einfluß hoher Außentemperaturen auf Besatzungsmitglieder von Tankern, die in den Sommermonaten Juni - September von 1956 bis 1957 den Hafen Mina-

al-Ahmadi in El Kuwait am Persischen Golf anliefen. Innerhalb der erwähnten Beobachtungszeit liefen ungefähr durchschnittlich 230 - 240 Tanker mit einer Besatzung von durchschnittlich 400 Mann ein. Von diesen 108 000 Seeleuten wurden insgesamt 128 Patienten in der Klinik am Landepier, die über eine eigene Hitzschlagabteilung verfügt, aufgenommen.

Die 128 Fälle gliederten sich folgendermaßen:

2 Fälle von Hitzschlag, davon 1 mit letalem Ausgang, 1 Fall von Hyperpyrexie schweren Grades, 5 Fälle leichteren Grades, 59 Falle hochgradigen Nacl-Mangels, 1 Fall von schwerer anhydrotischer Erschöpfung und 60 Fälle mit mehr oder weniger schweren Einwirkungen hoher Außentemperaturen wie Hitzekollaps, leichten Wasserverlusten und Hitzeneurasthenie.
Maschinisten und Küchenpersonal waren am häufigsten betroffen, Deckpersonal in entschieden geringerem Masse. Bei den Hyperpyrexiefällen handelte es sich um Maschinisten. Kontrollmessungen der Temperaturen in den Maschinenräumen ergaben Werte zwischen 29.5° und 34°C.

Unsere Versuche sollen die Temperaturschwankungen der Alltagspraxis registrieren, da man oft nicht sicher ist, ob an heißen Tagen die Temperatur der Kranken noch als normal oder schon als Krankheitssymptom angesehen werden muß.

Wir begannen, die Temperatur bei fieberfreien Patienten an heißen Tagen im August zu messen. Leider zwang uns eine Schlecht-Wetter-Periode zum Abbruch der Versuche an unserem Krankengut. Da diese geplante Versuchsreihe gescheitert war, führten wir unsere Versuche nun - unabhängig vom Wetter - in drei Versuchsreihen in stark geheizten Räumen bei wechselnder Luftfeuchtigkeit durch.
Die Versuche wurden an zehn jüngeren, gesunden Personen beiderlei Geschlechts durchgeführt.
Weiter wurden die Körpertemperaturen bei Hitzebelastung in der Sauna gemessen.
Bekannt sind die in der Sauna erzielten Messergebnisse mehrerer Autoren. So haben M a r c h i o n i n i und O t t e n s t e i n in der Sauna Steigerungen der oralen Temperatur bis auf 39.5°C festgestellt. M e l a n d e r bemerkte 1913, daß die Körpertemperatur in der Sauna nicht ansteige; er belegt diese Behauptung allerdings nicht mit Messresultaten. Auch F e y beobachtete in der Sauna Temperatursteigerungen bis 38.8°C. V o n K n o r r e stellte während eines Saunabades Anstiege der Rektaltemperatur bis 39.2°C fest. B a r t e l s berichtet über Steigerungen der axillaren Temperatur in der Sauna von 37.9° bis 38.2°C. O t t stellte bei sublingualer Messung nach dem Saunabad Durchschnittstemperaturen von 38.2°C fest.

Versuchsreihe 1.

Die Versuchspersonen hielten sich 21/2 Stunden in einem Heizraum auf, dessen Temperatur 37°C betrug, und in dem eine Luftfeuchtigkeit von durchschnittlich 25% herrschte. Die Körpertemperaturen wurden unmittelbar vor Betreten des Raumes und dann während des Zeitraumes von 2 1/2 Stunden dreimal gemessen - rektal 3 Minuten, axillar 10 Minuten - .

Die 1. Messung erfolgte nach 1/2 Stunde
die 2. Messung erfolgte nach 1 1/2 Stunden
die 3. Messung erfolgte nach 2 1/2 Stunden.

Bei diesem Versuch wurden folgende Ergebnisse erzielt:

Rektale Messung: Bei 7 von 10 Messversuchen ergab sich ein Anstieg der Rektaltemperatur von durchschnittlich 0.4°C.

Axillare Messung: Bei 9 von 10 Messversuchen ergab sich ein Anstieg der Axillartemperatur von durchschnittlich 0.54°C.

Bei 2 Personen stieg die Rektaltemperatur nicht an, wohl aber die Axillartemperatur um durchschnittlich 0.35°C. Nur eine einzige Versuchsperson zeigte weder rektal, noch axillar eine Temperaturerhöhung; bei ihr wurde sogar ein Rückgang der Temperatur rektal um 0.2°, axillar um 0.3°C festgestellt.
Alle Versuchspersonen schwitzten nur mäßig; eine flüssige Schweißabgabe erfolgte nicht.

Tabelle zu Versuchsreihe 1.

Vers.-personen	Raumtemp. Luftf.i.%	Ausgangs-temp. b.19°	nach ½ Std	nach 1½ Std	nach 2½ Std
C.F. ♂ 23 J.	37° 25%	r. 36.9 a. 36.1	37.0 36.9	37.3 37.0	37.3 36.9
W.R. ♀ 26 J.	38° 25%	r. 37.3 a. 36.3	37.1 36.4	37.3 36.7	37.5 36.9
G.D. ♀ 40 J.	37° 25%	r. 37.3 a. 36.4	37.3 36.8	37.3 37.0	37.3 36.8
U.J. ♀ 26 J.	37° 25%	r. 37.4 a. 36.7	37.2 36.8	37.3 37.0	37.3 37.0
G.A. ♀ 23 J.	37° 25%	r. 37.4 a. 37.0	37.4 37.2	37.6 37.4	37.9 37.2
W.R. ♀ 26 J.	37° 25%	r. 37.1 a. 36.4	37.1 36.6	37.1 36.8	37.2 37.0
G.A. ♀ 23 J.	37° 25%	r. 37.0 a. 36.1	37.0 36.4	37.3 36.8	37.4 37.0
P.M. ♂ 24 J.	33° 45%	r. 37.5 a. 36.5	37.4 36.6	37.3 36.7	37.3 36.2
U.M. ♀ 29 J.	37° 25%	r. 37.6 a. 37.2	37.6 37.4	37.9 37.5	37.9 37.5
G.A. ♀ 23 J.	37° 25%	r. 37.0 a. 36.5	37.3 37.3	37.6 37.3	37.9 37.3

V e r s u c h s r e i h e 2.

Bei diesem Versuch hielten sich die Versuchspersonen in einem Kesselraum auf, in dem durch wiederholtes Ablassen heißen Wassers eine Luftfeuchtigkeit von durchschnittlich 74% erzielt wurde. Die Raumtemperatur betrug 36°C.

Versuchsergebnisse:

Rektale Messung: Bei 9 von 10 Messversuchen ergab sich ein Anstieg der Rektaltemperatur um durchschnittlich 0.9°C.

Axillare Messung: Bei allen 10 Messversuchen ergab sich ein Anstieg der Axillartemperatur von durchschnittlich 1.2°C.

Die Versuchspersonen schwitzten stark.

Tabelle zu Versuchsreihe 2.

Vers.-personen	Raumtemp. Luftfl. %	Ausgangs-temp. h18°	nach ½ Std	nach 1½ Std	nach 2½ Std
W.R. ♀ 26 J.	37° 95%	r. 37.2 a. 36.6	37.3 36.9	37.5 37.3	38.0 37.8
U.M. ♀ 29 J.	37° 95%	r. 37.3 a. 36.7	37.3 36.9	37.6 37.3	37.7 37.3
G.A. ♀ 23 J.	33° 53%	r. 37.0 a. 36.7	37.4 37.2	37.9 37.6	38.1 37.8
W.R. ♀ 26 J.	33° 53%	r. 37.1 a. 36.3	37.5 36.9	37.6 37.2	37.7 37.4
C.F. ♂ 23 J.	35° 72%	r. 37.1 a. 36.5	37.2 37.2	37.6 37.3	38.5 38.2
W.R. ♀ 26 J.	35° 72%	r. 37.1 a. 36.3	37.2 37.1	37.4 37.2	37.8 37.7
G.D. ♀ 40 J.	35° 72%	r. 37.4 a. 36.5	37.4 37.0	37.6 37.1	37.8 37.8
G.A. ♀ 23 J.	35° 72%	r. 36.5 a. 36.4	37.1 36.8	37.5 37.3	38.0 37.8
W.R. ♀ 26 J.	39° 80%	r. 37.0 a. 36.4	37.3 37.2	37.6 37.6	38.0 37.8
U.M. ♀ 29 J.	39° 80%	r. 37.5 a. 36.7	37.5 37.1	37.5 37.3	37.5 37.5

Versuchsreihe 3.

Diese Versuchsreihe wurde in der Sauna durchgeführt. Die Temperatur im Heißluftraum betrug durchschnittlich 92°C, die Luftfeuchtigkeit 12%, (durch Fichtennadelaufguß stieg die Feuchtigkeit vorübergehend auf 15 bis 16% an).

Die Versuchspersonen hielten sich dreimal im Heißluftraum auf:

1. Aufenthalt: 5 Minuten
2. Aufenthalt: 10 Minuten
3. Aufenthalt: 15 Minuten.

Zwischen den jeweiligen Aufenthalten im Heißluftraum hielten sich die Versuchspersonen 15 Minuten lang zur Temperaturmessung in einem Duschraum auf, in dem die Temperatur durchschnittlich 23°C betrug.

Versuchsergebnisse:

Rektale Messung: Bei allen Messversuchen ergab sich ein Anstieg der Rektaltemperatur. Der durchschnittliche Temperaturanstieg war 1.2°C.

Axillare Messung: Bei allen Messversuchen ergab sich ein Anstieg der Axillartemperatur. Der durchschnittliche Temperaturanstieg war 1.6°C.

Sowohl bei der rektalen, als auch bei der axillaren Temperatur lagen die Höchstwerte zwischen 38.0° und 39.0°C.

Tabelle zu Versuchsreihe 3.

Vers.-personen	Raumtemp Luftf.%	Ausgangs-temp.b.23°	nach 5 Min.	nach 10 Min.	nach 15 Min.	nach 1 Std. Abkühl.
G.H. ♂ 25 J.	92° 12%	r. 37.5 a. 37.0	37.6 37.2	37.8 37.6	38.3 38.1	37.4 36.4
U.M. ♀ 29 J.	92° 12%	r. 37.6 a. 37.0	37.8 37.2	38.1 37.9	38.4 38.1	37.8 37.0
W.R. ♀ 26 J.	90° 12%	r. 37.8 a. 37.0	37.8 37.3	38.3 38.0	39.0 38.2	37.3 36.4
H.R. ♀ 57 J.	90° 12%	r. 37.7 a. 37.1	38.0 37.7	38.4 38.1	38.8 38.8	37.2 37.0
G.A. ♀ 23 J.	92° 12%	r. 37.2 a. 36.4	37.7 37.3	38.5 38.4	38.6 38.6	37.2 36.6
U.M. ♀ 29 J.	92° 12%	r. 37.4 a. 36.1	37.5 36.7	37.8 37.6	38.2 37.5	37.3 36.7
C.F. ♂ 23 J.	84° 12%	r. 37.5 a. 37.2	38.1 37.9	38.6 38.3	39.0 39.1	37.2 37.3
G.H. ♂ 25 J.	90° 12%	r. 37.4 a. 36.6	37.9 37.0	38.4 38.0	39.1 38.7	37.5 37.4
M.A. ♂ 21 J.	84% 12%	r. 37.4 a. 37.2	37.7 37.8	38.4 38.0	39.0 38.9	37.3 36.8

Vergleichen wir nun Versuch 1 und Versuch 2, so stellen wir bei annähernd gleichen Raumtemperaturen (Differenz nur 1°C), aber bei einer Luftfeuchtigkeitsdifferenz von 47% folgende Unterschiede fest:

R e k t a l e M e s s u n g

Versuch 1	(trockene Hitze):	
	bei 7 von 10 Messversuchen ergab sich durchschnittlich ein Anstieg von	0.4°C
Versuch 2	(feuchte Hitze):	
	bei 9 von 10 Messversuchen ergab sich durchschnittlich ein Anstieg von	0.9°C
	Temperaturdifferenz zwischen trockener und feuchter Hitze	0.5°C

A x i l l a r e M e s s u n g

Versuch 1	(trockene Hitze):	
	bei 9 von 10 Messversuchen ergab sich durchschnittlich ein Anstieg von	0.54°C
Versuch 2	(feuchte Hitze):	
	bei allen 10 Messversuchen ergab sich durchschnittlich ein Anstieg von	1.2°C
	Temperaturdifferenz zwischen trockener und feuchter Hitze	0.66°C

1. Bei Versuch 2 (Luftfeuchtigkeit 74%) lag die Rektaltemperatur durchschnittlich um 0.5°C höher als bei Versuch 1.

2. Bei Versuch 2 lag die Axillartemperatur durchschnittlich um 0.66°C höher als bei Versuch 1.

Wie verhielten sich Rektal- und Axillartemperaturen zueinander?

Die Versuche zeigen deutlich, daß der Temperaturanstieg sowohl Rektal- als auch Axillartemperatur betrifft. Axillar ist der Temperaturanstieg jedoch größer als rektal. Das bedeutet, daß die Axillartemperatur also durch hohe Außentemperaturen leichter zu beeinflussen und zu erhöhen ist als die Rektaltemperatur. Trotz des größeren Anstiegs geht die Axillartemperatur aber nicht über die Rektaltemperatur hinaus, nur in einem einzigen Fall lag die Axillartemperatur - in der Sauna gemessen - um 0.1° C höher als die Rektaltemperatur.

Nachdem nun die durchschnittlichen Temperaturerhöhungen der 3 Versuchsreihen besprochen wurden, sollen drei der eklatantesten Fälle herausgegriffen werden, um an ihnen zu demonstrieren, welch große Rolle die Luftfeuchtigkeit bei der Temperaturerhöhung spielt.

Fall 1, C.F., 23 Jahre ♂:

Bei einer Raumtemperatur von 37°C und 25% Luftfeuchtigkeit war die Temperatur nach 2 1/2 Stunden

rektal von 36.9° auf 37.3°C und
axillar von 36.1° auf 36.9°C angestiegen.

In feuchter Hitze bei 35°C und 72% Luftfeuchtigkeit war die Temperatur nach 2 1/2 Stunden

rektal von 37.1° auf 38.5°C und
axillar von 36.5° auf 38.2°C angestiegen.

Die Temperaturerhöhungen betrugen somit

rektal 0.4°C, bzw. 1.4°C
axillar 0.8°C, bzw. 1.7°C,

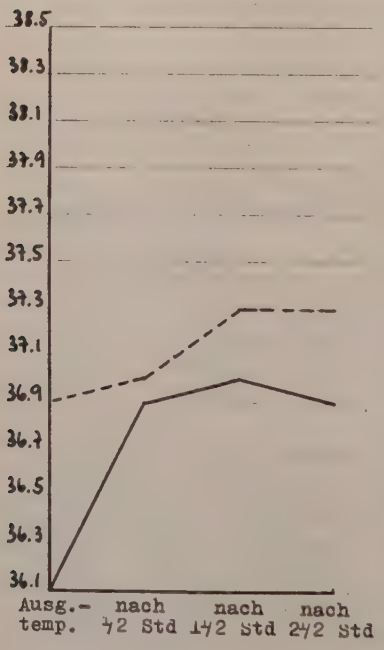
sie war also bei feuchter Luft um mehr als das Doppelte höher.

Versuch 1

Fall 1, C.F.

Raumtemp. 37°C

Luftfeuchtigk. 25%



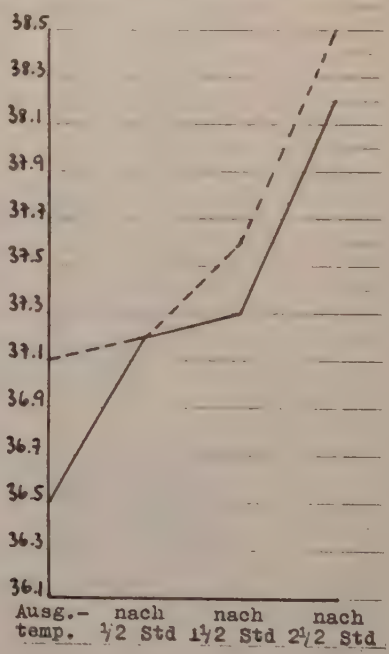
rektal - - - - -

axillar ———

Versuch 2

Raumtemp. 35°C

Luftfeuchtigk. 72%



rektal - - - - -

axillar ———

Fall 2, W.R., 26 Jahre ♀:

Bei einer Raumtemperatur von 37°C und 25% Luftfeuchtigkeit war die Temperatur nach 2 1/2 Stunden

rektal von 37.1° auf 37.2°C und
axillar von 36.4° auf 37.0°C angestiegen.

Bei gleicher Raumtemperatur, aber bei einer Luftfeuchtigkeit von 95% war die Temperatur nach 2 1/2 Stunden

rektal von 37.2° auf 38.1°C und
axillar von 36.6° auf 37.8°C angestiegen.

Die Temperaturerhöhungen betrugen

rektal 0.1°C, bzw. 0.9°C
axillar 0.6°C, bzw. 1.2°C.

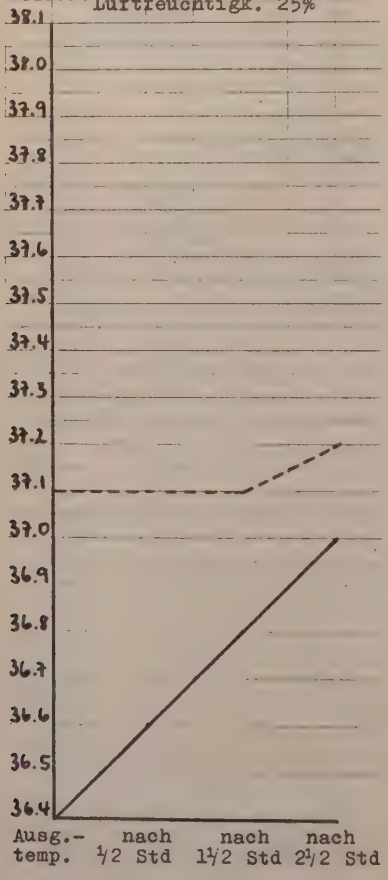
sie war also bei feuchter Luft, genau wie bei Fall 1 um mehr als das Doppelte höher.

Versuch 1

Fall 2, W.R.

Raumtemp. 37°C

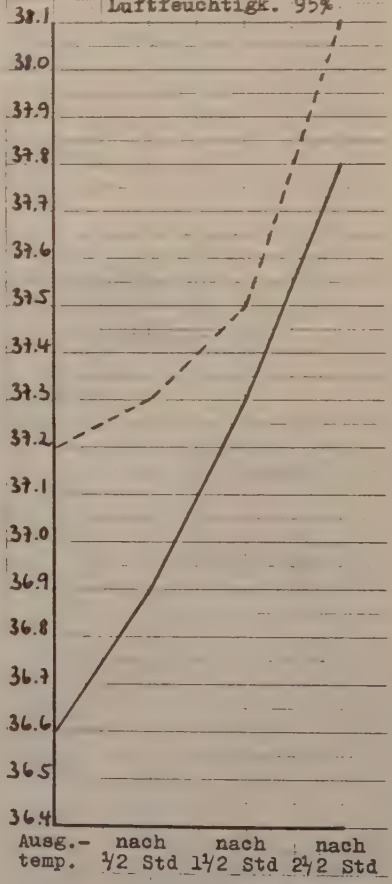
Luftfeuchtigk. 25%



Versuch 2

Raumtemp. 37°C

Luftfeuchtigk. 95%



Fall 3, G.D., 40 Jahre ♀:

Bei einer Raumtemperatur von 37°C und 25% Luftfeuchtigkeit zeigt die Versuchsperson rektal keine Temperaturerhöhung. Ihre Temperatur blieb konstant auf 37.3°C, während die Axillartemperatur

von 36.4° auf 36.8°C anstieg.

In feuchter Hitze bei 35°C und 72% Luftfeuchtigkeit war die Temperatur nach 2 1/2 Stunden

rektal von 37.4° auf 37.8°C und
axillar von 36.5° auf 37.8°C angestiegen.

Die Temperaturerhöhungen betrugen

rektal 0.0°C, bzw. 0.4°C
axillar 0.4°C, bzw. 1.3°C,

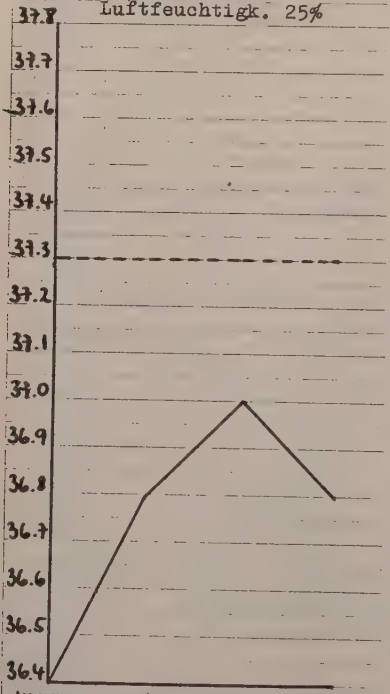
sie war also bei feuchter Luft, wie in den Fällen 1 und 2 um mehr als das Doppelte höher.

Versuch 1

Fall 3, G.D.

Raumtemp. 37°C

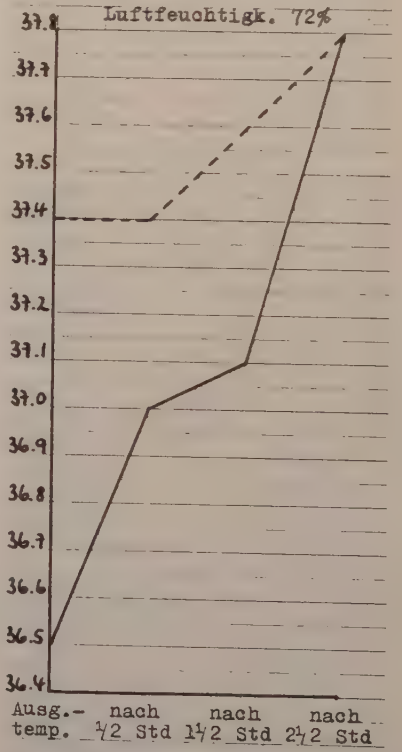
Luftfeuchtigk. 25%



Versuch 2

Raumtemp. 37°C

Luftfeuchtigk. 72%



D i s k u s s i o n :

Die Versuche, bei denen Personen verschiedenen Graden von Hitze bei wechselnder Luftfeuchtigkeit ausgesetzt wurden, sollten zeigen, ob die Körpertemperatur des Menschen unter der Einwirkung höherer Außentemperaturen ansteigt. Die Ergebnisse waren positiv.
Der Grad der Temperaturerhöhung war nicht nur abhängig von der Höhe der Umgebungstemperatur, sondern in viel höherem Masse von dem Sättigungsverhältnis der Luft mit Wasserdampf.

Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Versuchspersonen und -reihen waren erheblich. Der große Unterschied bei den einzelnen Personen in ihrem Verhalten hohen Außentemperaturen gegenüber ist wohl in der individuellen körperlichen Disposition und der verschieden großen Hitzeempfindlichkeit zu suchen. Einige unserer Versuchspersonen schwitzten sehr stark, während andere nur mäßig oder nahezu gar nicht schwitzten.
3 Versuchspersonen erreichten beim Versuch mit relativ hoher Feuchtigkeit eine Hyperthermie von 38°C - rektal gemessen - , ohne jedoch über die subjektiven Beschwerden zu klagen, die im allgemeinen beim echten Fieber empfunden werden. Die Temperaturerhöhung bei trockener Luft war nur halb so groß, und keine der Versuchspersonen erreichte einen Temperaturanstieg auf 38°C.

Mit unseren Versuchen konnten wir zeigen, daß mit zunehmender Außentemperatur auch die Körpertemperatur ansteigt.
Bei trockener Hitze von 37°C lag die durchschnittliche Erhöhung

rektal bei 0.4°C
axillar bei 0.5°C,

bei feuchter Hitze von 36°C lag die durchschnittliche Erhöhung

rektal bei 0.9°C
axillar bei 1.2°C.

Welche Rückschlüsse lassen unsere Versuchsergebnisse im Hinblick auf die Bewertung der Temperaturmessung an heißen Tagen zu?

Unter normalen Lebensverhältnissen bewegt sich unsere Eigentemperatur in konstanten Grenzen. Unsere Versuche zeigen, daß durch die Einwirkung von Hitze, wie sie schon hier an heißen Tagen herrscht, die regulierenden Mechanismen gestört werden und zur Erhaltung der normalen Verhaltnisse nicht mehr ausreichen. Die Wärmeregulation kann dann mit den starkeren äußeren Einflüssen nicht mehr Schritt halten. Das Verhaltnis von Wärmeproduktion und Wärmeabgabe hat sich zu Ungunsten der Wärmeabgabe verschoben. Es tritt eine Wärmestauung ein, eine Hyperthermie.

Die Hitzebelastung der Versuchspersonen bei verschiedener Luftfeuchtigkeit zeigt, daß bei hohen Außentemperaturen das Verhalten des Organismus in erster

Linie von dem Grad der Luftfeuchtigkeit abhängig ist. Die Versuche in der Sauna ergaben, daß sehr hohe Lufttemperaturen ohne Störung vertragen werden können, wenn die Luft trocken ist. Ganz anders liegt der Fall bei feuchter Luft. Ihre ungünstige Wirkung auf die Körpertemperatur nimmt mit der Feuchtigkeit und der Höhe der Temperatur rasch zu.

Ist die Feuchtigkeitssättigung der Luft relativ hoch, so ist die Wärmeabgabe des Körpers durch Schwitzen erheblich eingeschränkt; die hohe Luftfeuchtigkeit behindert die Verdunstung des Schweißes. Der Körper kann die überschüssige Wärme nicht abgeben, die Folge ist eine Überwärmung und ein Anstieg der Körpertemperatur.
Der Apparat, der für die Regulation der Wärme verantwortlich ist, ist in diesem Fall einfach bis zu einem gewissen Grad unfähig, bei den vorliegenden Gegebenheiten eine Wärmestauung und damit eine Hyperthermie zu vermeiden.

Unsere Versuche zeigen deutlich, daß es bei hohen Außentemperaturen leicht vorkommen kann, daß sich bei den täglichen Temperaturmessungen ohne weiteres "pathologische" Werte ergeben können, und zwar sowohl rektal, als auch axillar, die beim einzelnen Patienten größere oder kleinere Schwankungen aufweist. Solche Temperaturerhöhungen dürfen nicht mit dem echten Fieber in Beziehung gebracht und als solches gewertet werden; sie stellen kein Krankheitssymptom dar, sondern sind eine Folge von Wärmestauung im Organismus. Der Organismus ist in solchen Situationen einfach nicht mehr fähig, dem Überangebot an Wär-

me mit den entsprechenden Gegenmaßnahmen zu begegnen.
Dieser Umstand muß bei der Beurteilung der Temperaturwerte bei den täglichen Temperaturmessungen an heißen Tagen in der Alltagspraxis und beim Patienten berücksichtigt werden.

Z u s a m m e n f a s s u n g :

Das Ziel unserer Versuche war, bei fieberfreien Personen festzustellen, ob die in der Alltagspraxis und bei starker Hitzebelastung vorkommenden Temperaturschwankungen zu einer Änderung der Körpertemperatur im Sinne einer Erhöhung führen. Das Ergebnis unserer Versuche war positiv. Sowohl axillare als auch rektale Temperaturen zeigten eine Erhöhung bei Hitzebelastung. Die Axillartemperaturen reagierten auf Hitze mit einem höheren Anstieg als die Rektaltemperaturen; sie gingen aber - außer in einem Fall - nicht über die Werte der Rektaltemperaturen hinaus. Einen Unterschied zwischen den Temperaturwerten weiblicher und männlicher Versuchspersonen konnten wir nicht feststellen.

Im Gegensatz zu den Aufregungs- und Bewegungstemperaturen von D e n n i g und G h e y b i , bei denen zwischen den beiden Temperaturerhöhungen unterschieden werden konnte - psychische Erregung führte zu einem Anstieg der Axillartemperatur, während Bewegung eine Erhöhung der Rektaltemperatur zur Folge hatte - bringt in unserem Fall ein Vergleich zwischen

Rektal- und Axillartemperaturen keine Entscheidung, da die Erhöhung beide Temperaturen, also Rektal- und Axillartemperatur betrifft.

Es ist mir ein Bedürfnis, Herrn Prof. Dr. Dennig für die freundliche Uberlassung des Themas, für seine Hilfe und wertvollen Ratschläge bei der Ausarbeitung der vorliegenden Dissertation zu danken.

L e b e n s l a u f

Ich wurde am 12.8.1936 als zweite Tochter des Kaufmanns Paul Rall und seiner Ehefrau Hildegard, geb. Müller in Stuttgart geboren.

Nach dem Besuch der Grund- und Oberschule in Stuttgart bestand ich 1956 am Königin-Olga-Stift die Reifeprüfung.

Im Mai 1956 begann ich an der Universität Tübingen Medizin zu studieren. 1957 verließ ich die Universität, um in Stuttgart 2 Jahre Musik zu studieren. 1959 ging ich nach Tübingen zurück und bestand dort 1961 das Physikum. Im Frühjahr 1964 legte ich in Tübingen das medizinische Staatsexamen ab.

Literaturverzeichnis

BARTELS, K.W.: Balneologe 11, 23, 1944.
BEATTIE, J. u. KERR, A.S.: Brain 59, 302, 1936.
BENEDICT, F.G. u. SNELL, K.F.: Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 90, S. 36, 1904.
Von BERDE, B.: Experientia 2, 498, 1946; 3, 245,500,1947.
BROCK, J.: Biol. Daten f. d. Kinderarzt, Bd. 2, Berlin.
CANNON, W.B.: Ergebnisse d. Physiol. 27, 380, 1928.
DENNIG, H. u. GHEYBI, H.: Über Bewegungs- und Aufregungstemperaturen, Med. Klinik, 17, 733-736, 1962.
FEY, Chr.: Hippokrates 13, 557, 1942.
FULTON, K.F.: Physiol. of the nervous system, 3. Aufl. New York, 1949.
Di GASPERO, H.: die Grundlagen d. Hydro-u. Thermotherapie, Graz-Wien-Leipzig, 1922-1925.
GLANZMANN, E. u. BERGER, H. in Isenschmid, R., Glanzmann, E., Berger, H., Gordonoff, T.: Pharmakotherapie des Fiebers, Bern u. Stgt 1954.
GORDONOFF, T. in Isenschmid, R., Glanzmann, E., Berger, H., Gordonoff, T.: Pharmakotherapie des Fiebers, Bern u. Stgt 1954.
GROBER, J.: Wärmestauung und Schwülekrankheiten, Stgt 1960.
HASAMA, B.: Arch. f. exp. Path. u. Pharm. 146, 129, 1929 und 153, 257 u. 291, 1930.
HASHIMOTO: Arch. f. exp. Path. u. Pharm. 101, 218, 1924.
ISENSCHMID, R., GLANZMANN, E., BERGER, H., GORDONOFF, T.: Pharmakotherapie des Fiebers, Bern u. Stgt 1954.
Von KNORRE, G.: Balneologe 10, 217, 1943.
KUKOWKA, A.: Physik. Therapie u. Balneologie, Berl.1959.
LEITHEAD, C.S., Guthrie, J., De La Place, S.: Lancet II, 109-114, 1958.

LIEBERMEISTER, C.: Handb. d. Path. u. Ther. d. Fiebers, Leipzig, 1875.
MANSFELD, G.: Experientia 3, 353, 398, 1947.
MARCHIONINI, A. u. OTTENSTEIN, B.: Klin. Woch.schr.1, 969, 1931.
MELANDER, G.: Ann. Acad. sci. fenn. Ser.A., III,8,1913.
OTT, V.: Die Sauna, Basel, 1948.
PRECHT, H., CHRISTOPHERSEN, J., HENSEL, H.: Temperatur und Leben, Berlin 1955.
SCHIERBECK und Willebrand: Zit. nach Di GASPERO.
VERZAR, F.: Lehrb. d. inn. Sekretion, Liestal 1948.
WENZEL: Handb. d. ges. Arbeitsmedizin, 1. Bd, 1961, Urban & Schwarzenberg, München-Berlin-Wien.
ZIMMERMANN, H.: Münch. Med. Woch.schr. 1930, 48, 2051.